

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 1 N 3/02

識別記号

3 2 1 E

庁内整理番号

7910-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平3-66342

(22) 出願日

平成3年(1991)3月29日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 信江 等隆

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 新田 昌弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 福田 祐

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

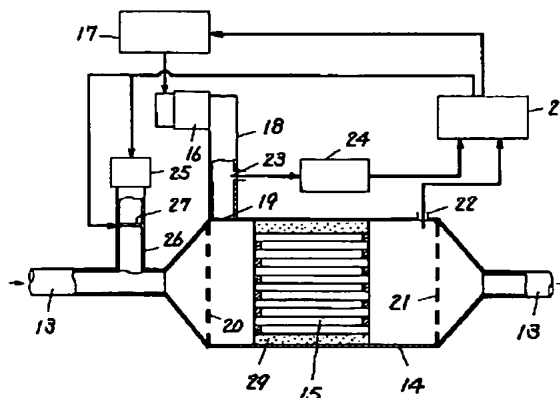
(54) 【発明の名称】 内燃機関用フィルタ再生装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明はディーゼルエンジンの排気ガス中のパティキュレートを捕集するフィルタの再生装置に関するもので、電波を利用した改善されたパティキュレート捕集量検出手段を提供しフィルタの再生性能の保証およびフィルタ耐久性能を確保するフィルタ再生装置を提供することを目的としたものである。

【構成】 排気管13、加熱室14、加熱室内に収納されたフィルタ15、加熱室に給電(給電孔19)するマイクロ波を発生するマイクロ波発生手段16、フィルタの排気ガス下流側に設けられ加熱室内に生じるマイクロ波電磁界強度を検出する電磁界検出手段22、周波数検出手段23、24および制御部28で構成されパティキュレート量を高精度で検出するとともにその信号に基づいてフィルタ再生を実行する。

13…排気管  
14…加熱室  
15…フィルタ  
16…マイクロ波発生手段  
19…給電部  
22…電磁界検出手段  
23…結合アンテナ(周波数検出手段)  
24…周波数コンパレータ  
28…制御部  
→ 排気ガス流



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の排気ガスを排出する排気管に設けられた加熱室と、前記加熱室内に収納され前記排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタと、マイクロ波を発生するマイクロ波発生手段と、前記フィルタの排気ガス上流側に設けられ前記マイクロ波を給電する給電部と、前記フィルタの排気ガス下流側に設けられた電磁界検出手段と、前記マイクロ波発生手段の発振周波数を検出する周波数検出手段とを備えた内燃機関用フィルタ再生装置。

【請求項2】電磁界検出手段の検出信号と周波数検出手段の検出信号が入力される制御部を備えた請求項1記載の内燃機関用フィルタ再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はディーゼルエンジンから排出される排気ガス中に含まれるパティキュレート（粒子状物質）を捕集する内燃機関用フィルタをマイクロ波エネルギーを利用して再生する装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】欧米および日本などのいわゆる先進国の高度な経済成長は地球上の文明に大きく貢献してきた。しかしながら、先進国の経済成長を中心とした化石燃料エネルギーの浪費は地球の大気を汚染してきた。

【0003】地球環境保全に関して、今日では地球温暖化対策すなわちCO<sub>2</sub>低減対策が大きくクローズアップされているが、森林破壊を招く酸性雨の対策も無視できない。

【0004】酸性雨は硫黄酸化物や窒素酸化物などの大気汚染物質が汚染源となって生じる自然現象であり、近年世界各国でこのような大気汚染物質の排出規制がコ・ジェネレーションなどの固定発生源や自動車などの移動発生源に対して強化される動きにある。特に、自動車の排気ガスに関する規制は従来の濃度規制から総量規制へ移行され規制値自体も大幅な削減がなされようとしている。

【0005】自動車の中でもディーゼル車は窒素酸化物と同時にパティキュレートの排出規制の強化が行われる。燃料噴射時期遅延などの燃焼改善による従来の排気ガス中の汚染物質低減対策だけでは排出ガス規制値を達成することは不可能とされ、現状では排気ガスの後処理装置の付設が不可欠である。この後処理装置はパティキュレートを捕集するフィルタを有するものである。

【0006】ところが、パティキュレートが捕集され続けるとフィルタは目詰まりを生じて捕集能力が大幅に低下するとともに排気ガスの流れが悪くなってエンジン出力の低下あるいはエンジンの停止といったことに至る。

【0007】したがって、現在世界中でフィルタの捕集能力を再生させるための技術開発が進められているが、今だ実用には至っていない。

【0008】パティキュレートは600℃程度から燃焼することが知られている。パティキュレートをこの高温域に昇温するためのエネルギーを発生する手段として、バーナ方式、電気ヒーター方式あるいはマイクロ波方式などが考えられている。

【0009】本発明者らは昇温効率の良さ、安全性、装置構成の容易さあるいは再生制御性の良さなどを考慮してマイクロ波方式によるフィルタ再生装置を開発してきた。

10 【0010】マイクロ波方式によるフィルタ再生装置としては、たとえば特開昭61-11416号公報がある。同公報に開示されている装置を図4に示す。同図において、1はディーゼルエンジン、2はエンジン1の排気管、3は排気管の一部に設けられ排気ガス中に含まれるパティキュレートを濾過捕集するフィルタ、4はフィルタ3を固定支持する加熱室、5はマイクロ波発生手段であるマグネトロン、6はマイクロ波発生手段から給電されるマイクロ波を加熱室内に限定する電波遮蔽手段、7はマイクロ波発生手段が発生するマイクロ波を加熱室に伝送する導波管、8は加熱室へのマイクロ波入射波電圧を検出するアンテナと制御信号へ変換するための変換器、9は加熱室からのマイクロ波反射波電圧を検出するアンテナおよび変換器、10は制御装置、11はマフラー、12はマグネトロン5の駆動電源である。

20 【0011】上記した構成において、エンジンの排気ガスは排気管2、フィルタ3、マフラー11を通して大気へ排出される。フィルタ3は排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するが前述したようにフィルタ3の捕集能力は有限である。捕集能力が限界に達するとフィルタを再生する必要がある。フィルタ再生においてパティキュレートを加熱するエネルギーはマイクロ波発生手段5から供給される。所定のプロセスを経てフィルタ再生が完了する。

30 【0012】ところで、フィルタ3を再生するに当たってフィルタが捕集限界に対してどのようなレベルにあるかを検出する必要がある。このフィルタに捕集されたパティキュレート量がどの程度かを検出する従来技術としては、フィルタの圧力損失を検出する方法、フィルタの排気ガス上流側の正圧特性による方法、エンジンの動作状態を積算して換算する方法などがあるがいずれもエンジンの動作状態が検出系に含まれ検出レベルの誤差が大きく実用化が困難である。

40 【0013】一方、図4にはマイクロ波を利用して捕集レベルを検出する方法が提案されている。この検出方法はエンジン動作状態と独立に実行できる大きな特長を持つと考えられる。

## 【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来のような捕集レベル検出構成においては、捕集量の多い少ない（たとえば20g程度以上か5g程度以下か）と

いう程度のレベル検出はできるがたとえば $15\text{ g} \pm 5\text{ g}$ の量が捕集されたというレベルの検出が困難である。パティキュレート捕集量が少なくパティキュレートの加熱燃焼性能が悪くフィルタ全体を効率よく再生することができない。一方、捕集量がある程度以上になるとパティキュレート燃焼熱によってフィルタが溶損する現象が生じる。

【0015】したがって、高い再生性能を保証し、さらにはフィルタ自体の耐久性を確保するためには、捕集量のレベル検出を高い精度で行う必要があるが、従来の技術においてはこれを達成することが困難であった。

【0016】本発明は上記課題を解決するもので、電波を利用した改善されたパティキュレート捕集量検出手段を提供しフィルタの再生性能の保証およびフィルタ耐久性性能を確保する内燃機関用フィルタ再生装置を提供することを目的としたものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、内燃機関の排気ガスを排出する排気管に設けられた加熱室と、前記加熱室内に収納され前記排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタと、このパティキュレートを加熱するマイクロ波を発生するマイクロ波発生手段と、前記フィルタの排気ガス上流側に設けられ前記マイクロ波を給電する給電部と、前記フィルタの排気ガス下流側に設けられた電磁界検出手段と、前記マイクロ波発生手段の発振周波数を検出する周波数検出手段とを備えた構成としている。

【0018】

【作用】本発明は上記の構成により、フィルタを収納した加熱室にマイクロ波が給電された状態において、加熱室には固有な電磁界分布が生じる。この電磁界分布はフィルタに捕集されたパティキュレートの量によって変化する。捕集量の増加によってフィルタ内に存在するマイクロ波の波長は圧縮される。したがって、排気ガス流方向の電磁界分布は変化する。排気ガス流に垂直方向の略同一平面を考えた時、その平面ではパティキュレート捕集量によって電磁界強度が様々に変化することになる。また、マイクロ波給電部と電磁界検出手段の配設位置をフィルタを挟んで配置した構成により、捕集量の増大に伴ってパティキュレートが吸収するマイクロ波エネルギーが増加するため電磁界検出手段が配設された加熱室空間へのマイクロ波エネルギー量が減少することになる。このため電磁界検出手段が検出する検出量は減少する。すなわち、捕集量の増加にともなって生じる排気ガス流方向の電磁界変化に追従して電磁界検出手段の検出量は増減するがその絶対量は漸減する。電磁界検出手段はこのような電磁界強度変化を時系列的に検出する。

【0019】一方、捕集量にともなってマイクロ波発生手段の負荷特性が変化する。この変化に追従してマイクロ波発生手段の発振周波数が変化する。周波数検出手段

はこのマイクロ波発生手段の発振周波数を検出する。

【0020】加熱室内の電磁界強度とマイクロ波発生手段の発振周波数との特性に基づいてフィルタに捕集されたパティキュレート量を高い精度で検出することができる。

【0021】高精度での捕集量検出によりマイクロ波の投入パワーおよび投入時間あるいはパティキュレート燃焼を促進する再生空気の投入時刻と投入流量および投入時間などを予め決定された最適な制御条件にしたがって実行できるのでフィルタの高い再生性能を確保するとともにフィルタの耐久性性能を確保することができる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。

【0023】図1において、13は内燃機関の排気ガスを排出する排気管、14は排気管の途中に設けられた加熱室、15は加熱室内に収納され排気ガスが通過する間に排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタ、16は加熱室に給電するマイクロ波を発生させるマイクロ波発生手段、17はマイクロ波発生手段の駆動電源、18はマイクロ波発生手段の発生したマイクロ波を加熱室に伝送する導波管、19は加熱室壁面に設けられマイクロ波をフィルタ15の排気ガス上流側に放射する給電孔（給電部）、20、21は加熱室14を限定するマイクロ波遮蔽作用を有する電波遮蔽手段、22はフィルタの排気ガス下流側の加熱室空間に生じるマイクロ波電磁界強度を検出する電磁界検出手段、23は導波管18に設けられ導波管を伝送するマイクロ波に結合したアンテナ、24は周波数コンバータ、25は加熱室に排気ガス以外の気体を供給または吸引する気体送風手段、26はその気体の通路である導風路、27は導風路内におかれた導風パイプ、28は電磁界検出信号および周波数検出信号が入力されるとともにその信号に基づいて駆動電源17と気体送風手段25および導風パイプ27を動作制御させる制御部、29はフィルタ15の外周に設けられフィルタを加熱室14の中に支持する断熱材である。

【0024】給電孔19からのマイクロ波放射を効率よく行うためにインピーダンス整合用のポストを導波管の適当な位置に設けることができる。

【0025】本発明の装置のフィルタ再生に対する基本プロセスを以下に述べる。内燃機関の排気ガス流は通常フィルタ15に配流される。この捕集サイクルにおいて適当な時間間隔でマイクロ波発生手段16が動作しその状態において電磁界検出手段が加熱室の電磁界強度を検出するとともにマイクロ波発生手段の発振周波数が検出される。この検出信号の処理については後述するが、この検出信号に基づいてフィルタ15に捕集されたパティキュレート量が検出される。パティキュレート捕集量が予め決められた量に達するとフィルタを流れる排気ガス

が停止される。この場合排気管13より分岐した排気管を設けることによりこの分岐排気管に排気ガスを導流させることができる。

【0026】その後、フィルタ再生プロセスが開始する。この再生制御指令は電磁界検出信号が入力される制御部28より発せられる。この制御部の指令に基づいて、マイクロ波発生手段16が動作を開始する。これにより、マイクロ波がフィルタ15を収納した加熱室14に給電されフィルタに捕集されたパティキュレートが加熱される。マイクロ波給電の初期にはフィルタを流れる気体はほぼ完全に遮断されている。これによってフィルタ全域のパティキュレートはフィルタを流れる能動的な気体流による冷却を受ける事なくマイクロ波加熱によってその燃焼可能温度域に向かって効率よく温度上昇していく。しかしながらマイクロ波の加熱分布性によりパティキュレートのマイクロ波加熱促進領域が存在する。

【0027】マイクロ波加熱が進み、予め決められた時間を経ると排気ガス以外の気体（通常の場合空気）が気体導風路26より加熱室内に供給される。この時の予め決められた時間とは加熱室に給電するマイクロ波エネルギー量、予め決めたパティキュレート捕集量領域などによって最適な時間が設定される。この気体供給によりフィルタに配流される気体は排気ガス流が流れていた排気管13を経て供給されるのでほぼ排気ガス流のフィルタへの配流と同様の流れの分布でフィルタに配流される。したがって、パティキュレートの捕集分布に応じた配流となる。本発明実施例の構造においてはフィルタの中央部が一番捕集量が多い。したがって供給される気体はフィルタの外周方向に配流される。

【0028】また、フィルタに供給される気体の初期流量は、たとえば加熱されたパティキュレートの温度がパティキュレート燃焼可能温度域である場合に燃焼の促進はするが気体流の方向へのパティキュレートの燃焼領域の拡がりを抑制する程度の気体流量を送風するものである。

【0029】一方、パティキュレートの温度が燃焼可能温度域に至っていないフィルタ領域においてはこの供給気体によって昇温を妨げられる領域も生じる可能性があるが、送風流量が上述のようにごく微量であることからその領域の温度低下はほとんど回避できる。

【0030】この供給気体はマイクロ波加熱されたパティキュレートの温度が燃焼可能温度域に達していれば燃焼を促進させるものである。したがってこの燃焼によって生じた発熱がマイクロ波加熱による発熱に加わってフィルタ内を伝熱し燃焼可能領域の拡大をはかることができる。

【0031】この後、導風バルブ27が制御され供給気体の流量が増大され燃焼可能領域をフィルタの長手方向（排気ガス流が流れる方向）に移動させる。

【0032】この後適当な時期に供給気体流の流れ方向

を反転させる（この手段としてはたとえば気体送風手段の送風方向を逆転させる）。この気体流制御によってフィルタ内に生じているパティキュレート燃焼熱がフィルタの排気ガス流入側のフィルタ端面方向に伝熱される。この燃焼熱はフィルタ端面で生じる熱輻射量を凌駕する熱量をフィルタ端面に供給する。この熱量によりフィルタ端面はパティキュレート燃焼可能温度に達しフィルタ端面部のパティキュレート燃焼が実行される。

【0033】排気ガス上流側のフィルタ端面部の再生が終了するとふたたび供給気体の流れ方向が反転されフィルタを流れる気体流の方向は排気ガス流の方向と同一方向となる。この状態がフィルタの完全な再生の完了まで継続される。

【0034】この状態において適当な時間経過後にマイクロ波の給電を停止することができる。この停止時期は予め決められた所定時間によって制御されるが、電磁界検出手段あるいは周波数検出手段の検出信号に基づいて制御することもできる。その後適当な時期に気体供給が停止される。マイクロ波発生手段の動作停止は気体供給の停止と同一時刻もしくはより早い時刻に実行される。しかし通常はマイクロ波給電停止の後、予め決められた所定時間、気体供給を制御することによりフィルタ全域をより完全に再生することができる。

【0035】なお、この所定時間の決定において再生度合を検出するための手段、たとえばフィルタ下流の燃焼排熱温度の検出、フィルタ圧損の検出などを利用することも可能である。

【0036】以上のような再生制御プロセスによりフィルタ再生が完了すると導風バルブは初期状態に制御される。その後適当な時期にいま再生したフィルタに排気ガスを流入することができる。

【0037】なお、再生サイクルにおいてフィルタ内を流れる気体の流れ方向は以下のような手段を講じることで一方制御だけで済ませることが可能である。その手段の一つは、たとえばフィルタの排気ガス流入側端面に近接あるいは接触させて輻射防止体を付設することである。この輻射防止体はフィルタとは別部材でもよいしフィルタと一体的に構成された部材でも構わないが、フィルタ作用がほとんど無い構造体でもって構成される。

【0038】つぎに本発明の電磁界検出手段の検出内容とその信号処理について図2を用いて説明する。なお、図1の各部材に相当する部材は同一番号で示す。マイクロ波が加熱室14に給電された状態において、加熱室にはフィルタが捕集したパティキュレート量に応じた固有の電磁界分布が生じる。図2(a)において破線30はフィルタ15のパティキュレート捕集量がほとんど無い状態での電界分布であり、実線30は適当な量の捕集がされた状態での電界分布を示している。本図においては捕集量が無い場合に加熱室14は共振状態を形成した状態を示している。捕集量の増大にともなってフィルタ1

5 内部に存在するマイクロ波の波長はフィルタの誘電率の増加により図中実線 31 で示したように圧縮される。

【0039】この波長圧縮により、加熱室の排気ガス流方向の電磁界分布は変化する。排気ガス流に垂直方向の略同一平面を考えた時、その平面ではパティキュレート量の増加にともなって電磁界強化が変化する。この変化は電磁界検出手段 22 においては増大したのち減少する。

【0040】加熱室に生じる電界の二つ目の特徴はマイクロ波給電孔より放射されたマイクロ波エネルギーがパティキュレート量の増大にともなってパティキュレートにより多く吸収されるためにフィルタの反対側の加熱室空間（電磁界検出手段が配設された空間）の電磁界強度が漸減することである。このことを図 2（b）を用いて説明する。加熱室が共振状態であれば、電界強度の強い領域と弱い領域が交互に現れる。捕集量が増大し、たとえば図 2（a）の実線 31 に示す電界分布になった場合、加熱室内は共振していない。したがって、図 2（a）の実線で示したような電界分布は定常的には存在できない。しかしながら、捕集量が増大することでマイクロ波は誘電体であるフィルタ内により多く蓄積されようとするし、さらにはフィルタが捕集したパティキュレートにそのエネルギーを与えてパティキュレートを選択的に加熱させる。このような現象により加熱室内の電界強度分布は図 2（b）の破線 32 で示すような分布になる。したがって、電磁界検出手段の検出量は増減しつつ漸減することになる。

【0041】つぎにマイクロ波発生手段の発振周波数について図 3 を用いて説明する。同図はマイクロ波発生手段であるマグネトロンからのリーケ線図であり、図中の破線群は等発振周波数線であり、2 MHz 毎に示している。また、図中の実線はパティキュレートの捕集量に対するマグネトロンの負荷特性を示しており、点 A は捕集量がほとんど無い状態、点 B は捕集量 5 g、点 C は 10 g、点 D は 15 g の状態における負荷特性である。なお、同特性の供試フィルタ容積は 2.4 l である。このように捕集量の増大に伴って変化する発振周波数を検出する。

【0042】電磁界変化も発振周波数変化もいずれも捕集量に対して 1 対 1 に対応しない捕集領域が存在するがこれらの両検出信号を総合して捕集量を一義的にかつ高精度に検出することができる。

【0043】フィルタの再生性能の保証および耐久性能

を保証する予め決定された最適な再生制御方法を実行するための最適な捕集量に対応する検出信号が得られるとフィルタ再生が開始される。このフィルタ再生プロセスによってフィルタ内でのクラック発生や溶損の回避がなされるとともに高い再生性能が保証される。

【0044】なお、捕集量検出の周期は予め決定した時間毎に実行してもよいが、パティキュレート捕集量の増大にともなって検出周期を短縮していく方法がより好ましい。このような検出周期を可変させることによりフィルタ再生プロセスにおける再生性能をより十分に保証させることができる。

【0045】また、電磁界検出手段は加熱室の構造あるいはマイクロ波給電部の構成に応じて検出箇所を増加させても構わない。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように本発明の内燃機関用フィルタ再生装置によれば、以下の効果が得られる。

【0047】（1）加熱室内に生じる電磁界強度の検出とマイクロ波発生手段の発振周波数の検出により、捕集されたパティキュレートを高い精度で検出できる。

【0048】（2）上記した捕集量検出信号に基づいた再生実行によってフィルタ再生性能の保証およびフィルタ耐久性能を確保した装置を提供できる。

【0049】（3）発振周波数検出により再生進行状況が容易に把握でき、より高い再生を保証できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す内燃機関用フィルタ再生装置の構成図

【図 2】本発明の電磁界検出原理の説明図

【図 3】本発明の周波数検出の説明図

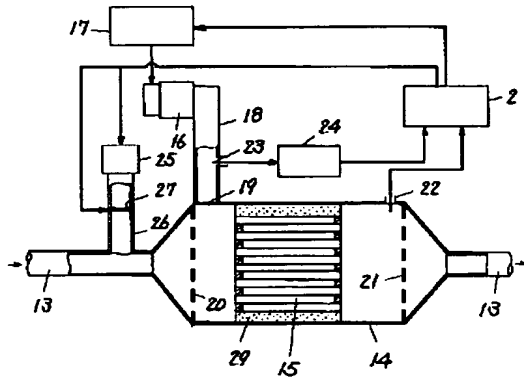
【図 4】従来の内燃機関用フィルタ再生装置の構成図

【符号の説明】

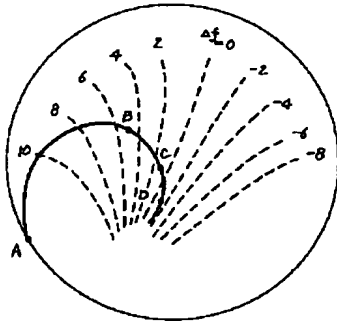
- 13 排気管
- 14 加熱室
- 15 フィルタ
- 16 マイクロ波発生手段
- 19 給電部
- 22 電磁界検出手段
- 23 結合アンテナ（周波数検出手段）
- 24 周波数コンバータ（周波数検出手段）
- 28 制御部

【図1】

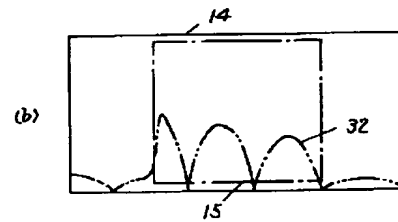
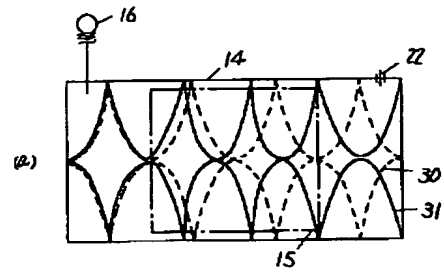
- 13...排気管  
 14...加熱室  
 15...フィルタ  
 16...マイクロ波発生手段  
 19...絶電部  
 22...電磁界検出手段  
 23...結合アンテナ(周波数検出手段)  
 24...周波数コンパレータ  
 28...制御部  
 →排気ガス流



【図3】



【図2】



【図4】

